

Efectos a largo plazo de diferentes políticas de transporte sobre las áreas sensibles. Aplicación al Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares

Rosa María Arce Ruiz

Profesora Titular, TRANSyT - Universidad Politécnica de Madrid, España

Belén Martín Ramos

Investigadora, TRANSyT - Universidad Politécnica de Madrid, España

RESUMEN

El Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares es un área protegida situada en las proximidades de Madrid. A pesar de su cercanía a esta aglomeración urbana conserva un patrimonio natural muy interesante. Además de estar protegido por la Comunidad de Madrid forma parte de la Red Natura 2000: está contenido en un Lugar de interés Comunitario, contiene una Zona de Especial Protección para las Aves y hasta el 70% de su superficie (370 km²) está clasificado como hábitat en la Directiva 92/43/CEE. Además el parque es un ejemplo de integración entre los usos del suelo tradicionales, los recreativos y los valores del paisaje.

El parque contiene varias zonas urbanas que se sitúan en su mayor parte cerca de las carreteras de alta capacidad que conectan con el centro de la ciudad de Madrid. Estos municipios están creciendo no solo como consecuencia de la expansión urbanística y las mejoras en la accesibilidad por carretera o en transporte público, sino también por el atractivo natural de esta zona que atrae nuevos habitantes y visitas durante el fin de semana de los ciudadanos de Madrid. Esto está creando presiones importantes sobre El Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares que se traducen en impactos medioambientales provocados por el sistema de transporte, como son ruido, contaminación atmosférica. Esta comunicación resume los resultados obtenidos en un trabajo que ha simulado la implementación en el largo plazo de diferentes políticas de transporte encaminadas a reducir las presiones del transporte sobre esta área ambientalmente sensible al transporte.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El Parque Regional de la Cuenca Alta de Manzanares se sitúa en el noreste de la región de Madrid, cerca de la ciudad de Madrid y es muy rico en recursos naturales. Su superficie es de 52.796 ha, lo que supone un 6,25% de la comunidad de Madrid. Cuenta con una población de unos 497.000 habitantes, está situado dentro de un LIC dentro del mismo hay una ZEPA y además fue declarado en 1992 reserva de la Biosfera.

Las Actividades del transporte relevantes en la zona, debido a su atractivo como zona de recreo y residencial. Además, diferentes actuaciones están previstas en el Plan Estratégico de Infraestructuras y transporte PEIT (2005-2020) y en el Plan de Carreteras de la Comunidad de Madrid (2007-2011) que afectarán al parque y a sus alrededores (ver fig. 1).



Fig. 1- nuevas infraestructuras previstas en la zona de estudio

El objetivo del trabajo que resume esta ponencia es aplicar la metodología desarrollada en el proyecto ASSET (ASsessing SEnsitiveness to Transport) del VI Programa Marco de la Unión Europea, al caso de estudio del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares. El objetivo del proyecto ASSET es establecer las capacidades científicas y metodológicas para implementar políticas de transporte europeas que equilibren la protección de las áreas sensibles al transporte con la disposición de un sistema de transporte eficiente. El proyecto ASSET define diferentes tipos de Áreas sensibles, y un sistema de indicadores para poder identificarlas (Lieb et al., 2008). Además hace una revisión de las políticas de transporte que podrían tener efectos positivos sobre las áreas sensibles en términos de mejoras en el medio ambiente y la salud (Gühnemann et al., 2008). En este caso de estudio se aplica esta metodología para caracterizar el parque como un área sensible; se simulan dos políticas diferentes y se analizarán los efectos de las mismas sobre el tráfico, la calidad del aire y el ruido.

1.1 El Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares como Área Sensible al Transporte

ASSET ha definido cinco tipos de áreas potencialmente sensibles al transporte: montañosas, costeras, marinas, recursos naturales únicos y aglomeraciones y establece que un área sensible al transporte es aquella donde “la presencia de una ruta de transporte deteriora la calidad del área más que la presencia de esa misma ruta de transporte en otra diferente, puesto que los impactos locales que causa son particularmente altos” (Sessa Carlo et al. 2007). En el caso de estudio se identificaron 3 áreas sensibles potenciales: zona montañosa, aglomeraciones y zonas protegidas. Pero

en definitiva, el Parque se completo se consideró un solo área sensible, puesto toda la zona está protegida y puede considerarse en la clase “ecosistemas sensibles”.

ASSET además propone un amplísimo conjunto de indicadores para identificar las áreas sensibles al transporte en función de las presiones que este ejerce sobre el medio y la salud (la infraestructura, la contaminación del aire, ruido y accidentes). En el caso concreto del caso de estudio que nos ocupa, el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares fue identificado como un área sensible al transporte utilizando los indicadores relativos a Ecosistemas Sensibles al ruido y a la contaminación atmosférica que se detallan en el entregable 2 del proyecto ASSET (Lieb et al., 2008).

1.2. Políticas de transporte simuladas

1.2.1. Peaje basado en distancia recorrida (PP1)

La principal política aplicada en este caso de estudio corresponde a un peaje basado en la distancia recorrida. Este está recomendado por la metodología ASSET para ecosistemas montañosos y no montañosos. La tarifa implementada se basa en los resultados del proyecto META (Modelo Español de Tarificación de carreteras) (Di Ciomo et al., 2008). La tarifa que propone esta publicación es 0,1 €/km

1.2.2. Reducción de velocidad (PP2)

Se aplicó una reducción del límite de velocidad a 80km/h a las carreteras que rodean o cruzan el parque. La limitación se aplicó sólo a las infraestructuras en las que el límites de velocidad era superior a 80 Km / h.

2. METODOLOGÍA: MODELOS DE TRANSPORTE, EMISIONES Y RUIDO

Las políticas de transporte elegidas se simularon en diferentes escenarios utilizando una combinación de tres modelos: modelo de transporte, modelo de emisiones y modelo de ruido, que se describen el siguiente apartado. Los Escenarios que se analizaron fueron los siguientes:

- 1 Caso base: corresponde al año 2004.
- 2 Escenario 0: corresponde a 2020, sin implementar ningún paquete de políticas.
- 3 PP1 2020: Se corresponde con el año 2020 teniendo en cuenta la aplicación del peaje basado en la distancia recorrida.
- 4 PP2 2020: Se corresponde con el año 2020 teniendo en cuenta la aplicación de una reducción del límite de velocidad permitida a 80 km / h.

2.1 Modelos utilizados en el cálculo de las actividades del transporte

Las actividades del transporte fueron simuladas a través de dos modelos diferentes: VISUM (modelo de red) y MARS (modelo dinámico regional de transporte y usos del suelo):

VISUM 9.44 (PTV, 2007) es un paquete software para modelizar la demanda de transporte a través de modelos de 4 etapas. Estos modelos consisten en una red de transporte con un nivel de detalle muy alto (ver fig. 3) por ello son capaces de reproducir los recorridos tiempos de viaje etc. entre cada origen y destino.

MARS (Pfaffenbichler, 2008) es un modelo estratégico de usos del suelo y transporte. Relaciona el desarrollo de los usos del suelo y el sistema de transporte con un nivel de agregación muy elevado (considera 80 zonas en la región de Madrid). MARS incluye ciclos que se retroalimentan entre los sistemas de transporte y los de usos del suelo, teniendo en cuenta los principales modos. El software está diseñado para la identificar escenarios óptimos en estrategias de usos del suelo y transporte. Se compone de dos sub-sistemas (fig. 2): uno de transporte y otro de usos del suelo.

Debido a que MARS no es un modelo de red, se diseñó una interfaz de conexión entre VISUM y MARS. El procedimiento se basa en tiempos origen-destino calculados a través de funciones de velocidad. Ambos modelos fueron calibrados con la “Encuesta Domiciliaria de Movilidad de Madrid” del año 2004 (Consortio Regional de Transportes, 2004). Por este motivo el año 2004 fue considerado el año base en este trabajo.



Fig. 2 - Interacción entre el sistema de transporte y los usos del suelo en el modelo MARS



Fig. 3 - Red VISUM

2.2 Metodología para el cálculo de la contaminación del aire

Los resultados del modelo de transporte son el input para el cálculo de los indicadores de calidad del aire. La principal herramienta utilizada fue el software “Copert 4 versión 5.1” (Samaras et al., 2008). Este programa permite calcular las ecuaciones de la guía CORINAIR de inventarios de emisiones europeos. CORINAIR establece una metodología para calcular las emisiones del transporte por carretera como una función de la tecnología de los vehículos y la velocidad de los mismos. Copert proporciona tanto factores de emisión como la contaminación total producida por una población de vehículos.

Para establecer la composición y distribución del parque de vehículos que se mueve en las carreteras de la zona de estudio un tramo en particular, se fijaron las siguientes hipótesis:

- La flota de vehículos se mantiene constante, esto es, el mismo porcentaje de cada tipo de vehículo se mueve en todas las carreteras del caso de estudio.
- Para estimar la distribución del parque de vehículos en los años 2004 y 2020, se realizó un análisis de los anuarios estadísticos entre los años 1996 y 2006 del parque de vehículos de la Dirección General de Tráfico (DGT, 2008).

Los datos proporcionados por la DGT fueron adaptados a las tipologías de vehículos con las que trabaja el modelo COPERT y después de su análisis se estimó la distribución de la flota para 2020. El análisis consistió en estimar la probabilidad de supervivencia de cada tipo de vehículo y las compras anuales. De esta manera, la composición estimada de la flota para 2020 se obtuvo multiplicando las compras anuales por la probabilidad de supervivencia de cada tipo de vehículo.

Las emisiones son también una función de la velocidad que se asigna a cada tramo. La velocidad que se adoptó es la velocidad media asignada en la red del modelo VISUM. Así se considera que cada vehículo que circula por un tramo de la red tiene una velocidad constante que corresponde con la velocidad media de tramos por el que circula.

Una vez establecidos la configuración de la flota (obtenida mediante el análisis de los anuarios estadísticos), los valores de velocidad y los flujos de tráfico (obtenidos a través de los modelos de transporte), estos datos fueron introducidos en Copert para obtener las emisiones en cada escenario planteado.

2.3 Cálculo del ruido

El método aplicado para la predicción de los niveles de ruido generados por el tráfico fue el método simple de la "Guide du Bruit" (Huet, M.,1980). Este método no debe utilizarse para estudios precisos, pero su uso en estudios de impacto a nivel de estudio informativo (Trigueros, 1998). Se basa en el cálculo de L_{Aeq} en una hora en un receptor situado a dos metros de la fachada de un edificio. Su fórmula es:

$$L_{Aeq} = S + 10 \log(Q_{VL} + E Q_{PL}) + 20 \log(V) - 12 \log\left(d + \frac{lc}{2}\right) + 10 \log\left(\frac{\alpha}{180}\right)$$

S: constante relacionada con el ruido emitido por un vehículo ligero; Q_{VL} , Q_{PL} : número de vehículos ligeros y pesados en una hora, se obtuvieron de los modelos de tráfico. E: factor de equivalencia acústica para vehículos pesados. V: velocidad (km/h). d: distancia al borde de la carretera. La distancia establecida es 200 m. Para distancias menores, las molestias debidas al ruido serán mayores o iguales que las calculadas en este trabajo. lc: ancho del carril (m). α : ángulo bajo el que se encuentra la carretera (grados)

El número de personas expuestas a una determinada cantidad de decibelios fue obtenido de la siguiente manera:

$$n^{\circ} \text{ de personas sometidas a ruido} = L \times D \times 0,1$$

L: longitud de la carretera que cruza la población. D: Densidad de población. 0,1: porcentaje de la población que se supone habita en los bordes de la carretera.

3. RESULTADOS

3.1 PP1: Peaje basado en la distancia recorrida

La comparación entre el escenario 0 y el escenario PP1 2020 (peaje basado en la distancia recorrida) puede observarse en la figura 4. En ella se ve como en todos los tramos en los que la medida fue implementada, el tráfico se redujo en más de un 20%. Esto implica que la efectividad de la medida es efectiva en las secciones que atraviesan el parque. El tráfico se ha trasladado a carreteras situadas más lejos del parque. También es positivo que en las grandes infraestructuras que rodean al parque, particularmente en la A6, el tráfico se ha reducido (0-10%). Como efecto negativo puede notarse que hay un gran aumento del tráfico en el tramo de la A1 situado en la esquina Sureste del parque.

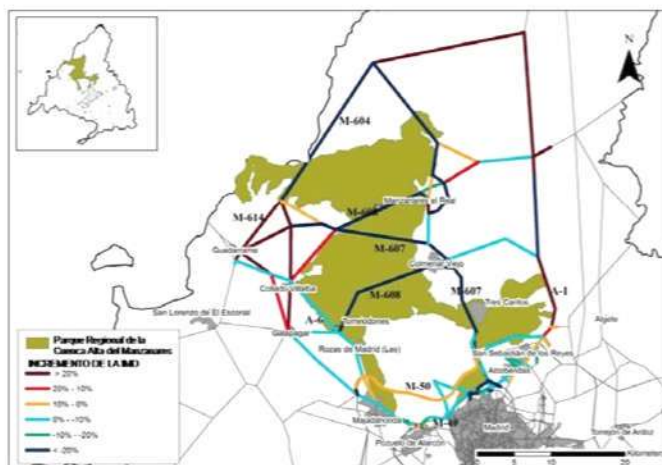


Fig. 4 - Incremento de la IMD debido al peaje basado en la distancia recorrida

3.2 PP2: Reducción de velocidad

Los resultados son mejores que en el caso anterior (ver figura 5). La PP2 produce reducciones del flujo de tráfico mayores que el 20% en todos los tramos en las que la medida fue aplicada. La M50 ve reducido su tráfico en más de un 20% con respecto al escenario 0. Esta carretera no estaba presente en el escenario base e implicaría, en caso de su construcción una nueva fuente de tráfico importante en las proximidades al parque. Según los resultados obtenidos, esta medida alejaría el tráfico a zonas más alejadas del parque, donde la velocidad se mantiene. Como efecto negativo, el tráfico aumentaría en el noreste del parque, en carreteras rurales.

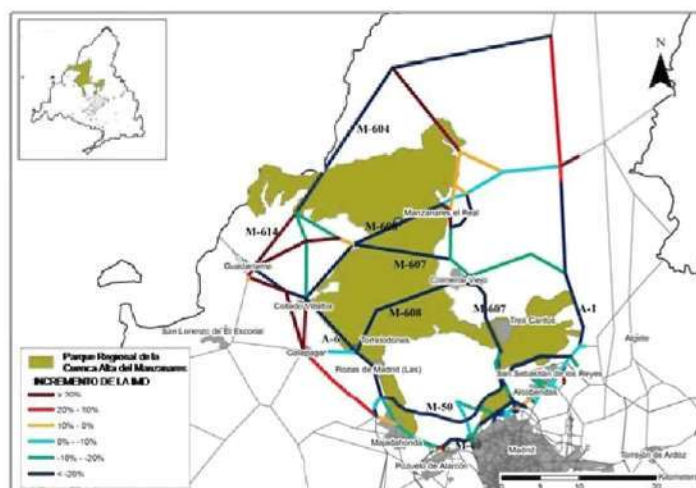


Fig. 5 - Incremento de la IMD debido a la política de reducción de velocidad.

3.3 Impactos de las medidas adoptadas en la salud y el medio ambiente

Las mejoras que se producen en los flujos de tráfico se traducirán en mejoras en la calidad del aire y la exposición al ruido, que son las principales características de sensibilidad analizadas en el área de estudio. La evaluación de las políticas y sus efectos sobre la salud y el medio ambiente ha llevado a cabo mediante la comparación del escenario 0 con los escenarios PP1 2020 (peaje basado en la distancia recorrida) y PP2 2020 (reducción de velocidad).

3.3.1 Mejoras en la exposición al ruido

Dentro del parque 3 municipios estarían sometidos en el escenario 0 a niveles de ruido que superan 65 decibelios: Torreldones, Tres Cantos y Las Rozas de Madrid. Según los resultados obtenidos, solo la medida PP2 (reducción de velocidad) lograría que se reduzcan 6708 personas expuestas a niveles de ruido perjudiciales para la salud, como se muestra en la siguiente tabla:

Municipio	Densidad de población * habitantes/km ²	km de carretera que cruzan el municipio	dB Esc. 0	dB PP2	Reducción de personas muy afectadas por ruido (>65 dB(A))
Torreldones	5112	9	69	64	4601
Tres Cantos	5112	3	67	62	2107

* Fuente Instituto Nacional de Estadística (INE. URL www.ine.es)

Tabla 1 - Reducción de personas seriamente afectadas por el ruido (>65 dB(A))

3.3.2 Mejoras en la calidad del aire

Las mejoras generales en función del tipo de carretera pueden verse en la tabla 2. Los mejores resultados corresponden a la reducción de toneladas de contaminantes producidos en el escenario que corresponde a la PP2 (reducción de velocidad). La

medida de reducción de velocidad resulta en una disminución del 20% de los contaminantes analizados en carreteras, que es más grande que las mejoras producidas por el peaje (alrededor de 8%). Por otra parte, los resultados en las carreteras rurales son similares en los dos escenarios que se han comparado con el escenario 0.

Tipo de carretera	Contaminante	Esc. 0	PP1	PP2	Reducción PP1	Reducción PP2
Autovías	NMCOV (t)	55	51	43	4	12
	NOX (t)	801	737	636	64	165
	PM2,5 (t)	40	36	31	4	9
	Total	896	824	710	72	186
Carreteras rurales	NMCOV (t)	11	10	10	1	1
	NOX (t)	171	156	153	15	18
	PM2,5 (t)	7	6	7	2	1
	Total	190	172	170	18	20

Tabla 2 – Mejoras en la calidad del aire producidas por ambas políticas

4. CONCLUSIONES

Los indicadores que establece el proyecto ASSET son muy generales, que los hacen aptos para realizar un estudio a nivel europeo, pero que trabajan en el ámbito local, pierden su eficacia para reflejar la sensibilidad intrínseca del parque. En el caso del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, no hay dudas acerca de su sensibilidad, al estar protegido en todos los niveles (Red Natura 2000, Reserva de la Biosfera y del Parque Regional). Una conclusión podría ser que no hay duda de que el indicador utilizado para describir el área tan sensible ("ecosistemas sensibles") sería un indicador esencial, mientras que los indicadores como el grado de naturalidad, el número de la fauna, etc. especie podría ser considerada indicadores secundarios.

Con respecto a las políticas aplicadas, los resultados muestran que la política de reducción de la velocidad (PP2) es más eficaz que el peaje basado en la distancia recorrida (PP1) en términos de reducción de los flujos de vehículos. Además, sus costes de implementación y mantenimiento son mucho menores. Cabe destacar que estos resultados son los obtenidos mediante la aplicación de la tarifa establecida por el proyecto de investigación META. Una continuación de este proyecto podría ser un análisis de sensibilidad a los cambios en la tarifa.

Ambas políticas producen un impacto positivo en el área de estudio, ya que desvían el tráfico hacia carreteras más distantes. En estas zonas pueden aparecer efectos adversos que este estudio, obviamente, no había tenido en cuenta. El análisis de los efectos en estas zonas también podría formar parte de las investigaciones futuras.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo resumido en esta ponencia resume algunos de los trabajos realizados en el proyecto ASSET, financiado por el VI Programa Marco. Nos gustaría agradecer a todos sus participantes su ayuda en este trabajo.

REFERENCIAS

CONSORCIO REGIONAL DE TRANSPORTES (2004). *Encuesta Domiciliaria de Movilidad de Madrid'* (EDM'2004).

Dirección General de Tráfico (2008). *Anuarios Estadísticos generales de la Dirección General de Tráfico 1997-2005*. URL: www.dgt.es

DI CIOMMO, F. VASSALLO, J-M, PÉREZ P., AND MONZÓN A. (2008). Sistema tarifario de las carreteras españolas en base a un modelo de costes sociales. *VIII Congreso de Ingeniería del transporte*, La Coruña, julio 2008.

GÜHNEMANN, A. et al. (2008) *Assessing Sensitiveness to Transport ASSET (Deliberable 4): Analysing Policy Instruments*. European Commission. UE. URL: [http://www.asset-](http://www.asset-eu.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=17&Itemid=34)

[eu.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=17&Itemid=34](http://www.asset-eu.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=17&Itemid=34)

HUET, M. (1980). *Prevision des Niveaux Sonores. Guide du Bruit des Transports Terrestres*. Ministere des Transports et Ministere de l'Environnement et du Cadre de Vie. Paris.

LIEB, C. et al. (2008) *Assessing Sensitiveness to Transport ASSET (Deliberable 2): Identification and assessment of sensitiveness*. European Commission. UE. URL: [http://www.asset-](http://www.asset-eu.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=17&Itemid=34)

[eu.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=17&Itemid=34](http://www.asset-eu.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=17&Itemid=34)

PFAFFENBICHLER, P. (2008). *MARS - Metropolitan Activity Relocation Simulator - A Systems Dynamics based Land Use and Transport Interaction Mode*. Saarbruecken. Verlag Dr. Mueller.

PTV (2007). VISUM. *Software system for transportation planning, travel demand modeling and network data management*. URL: [http://www.ptv-](http://www.ptv-vision.com/traffic/software-system-solutions/visum/)

[vision.com/traffic/software-system-solutions/visum/](http://www.ptv-vision.com/traffic/software-system-solutions/visum/)
SAMARAS, ZISSIS ET AL. (2008). *COPERT 4 Versión 5.1. User manual*. EEA y Laboratorio de Termodinámica Aplicada de la Universidad de Tesalónica. Tesalónica. Grecia.

SESSA, C. (2007). *Assessing Sensitiveness to Transport ASSET (Deliberable1): Definition of transport sensitive areas and their classification*. European Commission. UE. URL: [http://www.asset-](http://www.asset-eu.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=17&Itemid=34)

[eu.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=17&Itemid=34](http://www.asset-eu.org/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=17&Itemid=34)